# Ueber die Wirkung einiger Gifte bei Evertebraten

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): **- (1880)**

Heft 979-1003

PDF erstellt am: **27.05.2024**

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

Es dürfte sich somit blos um eine reine Erstickung handeln. Ist dies der Fall, so müssen wir a priori in Hinsicht auf unsere Versuche den Schluss ziehen, dass die Insekten in verdichtetem Sauerstoff wohl rasch ersticken, nicht aber sofort getödtet werden, sondern nur in einen Scheintod verfallen, aus dem sie sich nach mehr oder weniger langer Zeit unter normalen Bedingungen wieder erholen können.

## II.

### Ueber die

## Wirkung einiger Gifte bei Evertebraten.

### I. Kohlensäure.

In reiner Kohlensäure ersticken die Thiere. Um die Giftigkeit dieses Gases zu beweisen, mischte man Luft, Sauerstoff und Kohlensäure so, dass in dieser Mischung der Sauerstoff in derselben Quantität, wie in der Athmungsluft enthalten war. Dadurch war die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die Thiere nur durch Sauerstoffmangel zu Grunde gingen. Die Applikation solcher Gasgemenge erwies nun in der That die Giftigkeit der Kohlensäure.

*Traube* [1]) hat hierüber die genauesten Versuche angestellt. Er fand bei Vertebraten nach geringeren Beimischungen von Kohlensäure zur Athmungsluft zuerst Unruhe, dann Mattigkeit, Lähmung und Tod; stärkere Mischungen bewirkten trotz hinreichenden Sauerstoff-

[1]) Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie, I., 282, 332, 387, 452.

gehaltes starke Dyspnoe, Krämpfe und Tod unter den Erscheinungen der Asphyxie.

Zu unsern Versuchen benutzten wir folgende Methode. Die Kohlensäure wird durch Zersetzen von weissem Marmor mit verdünnter Salzsäure gewonnen, hierauf durch Wasser gewaschen und in einem gläsernen Gasometer aufgefangen. Von da aus gelangt das Gas in ein kleines Gefäss, das für das Versuchsthier bestimmt ist.

Eine *Cetonia aurata* wird in den Versuchsraum gebracht. Nachdem durch denselben ein starker Kohlensäurestrom geleitet ist, so dass man eine vollständige Verdrängung der atmosphärischen Luft annehmen kann, fängt das Thier an unruhig zu werden und es folgen rasch auf einander Dyspnoe, krampfartige Bewegungen der Beine und endlich Scheintod.

Nach 15 Stunden wird das Thier an die Luft genommen. Schon nach einigen Minuten treten Krämpfe der Beine ein. Nach 15 Minuten fängt der Käfer an oberflächlich zu athmen. Die Athmung wird immer intensiver und nach kurzer Zeit ist die Erholung vollständig.

In einem zweiten Versuche werden zwei Goldkäfer in das Fläschchen gebracht. Die atmosphärische Luft wird wiederum durch einen Kohlensäurestrom daraus entfernt. Es zeigen sich die nämlichen Symptome der Erstickung, wie im vorigen Versuche.

Nachdem die Thiere 16 Stunden in Kohlensäure gelegen, werden sie an die Luft gesetzt. Der eine bekommt nach 25 Min. Krämpfe, und beginnt nach 25 Min. zu athmen; beim andern zeigen sich die Krämpfe erst nach 40 Min. und die Athmung tritt nach 45 Min. ein. Beide Thiere erholen sich vollständig.

Bei weiteren Versuchen, welche mit Cetonia in gleicher Weise angestellt wurden, zeigten sich im Wesentlichen stets dieselbe Symptome.

Ferner werden zwei *Melolonthenlarven* in Kohlensäure gebracht. Dieselben sind anfänglich ganz ruhig, werden aher alsbald aufgeregt und bekommen Krämpfe. Das Verhalten der Athmung ist nicht zu beobachten. Nach 5 Min. sind beide Thiere scheintodt. Die Pulsfrequenz sinkt nach kurzer Zeit von 32 p. m. auf 10 p. m. Nach 4 Stunden ist die Pulsation äusserst schwach. Nach 24 Stunden werden die Thiere aus der Kohlensäure genommen und an die Luft gelegt. Beide erholen sich nach $1^1/_2$ Stunden vollständig.

Obwohl wir die bessere Methode mit den Gasmischungen wegen zu beschränkter Zeit nicht durchführen konnten, glaubten wir diese Resultate doch veröffentlichen zu dürfen, indem sie doch beweisen, dass Kohlensäure bei den Insekten durchaus nicht mit jener Intensität giftig wirkt, wie bei den Vertebraten.

## 2. Stickstoffoxyd.

Wegen seiner Eigenschaft, in Berührung mit Sauerstoff sogleich rothe Dämpfe von Untersalpetersäure zu bilden, gehört das Stickstoffoxydgas zu den irrespirablen Gasarten.

Die Beziehungen desselben zum Hämoglobin hat *L. Hermann*[1]) untersucht und gefunden, dass die Verbindung des Stickoxyds mit dem Hämoglobin noch fester ist, als die des Kohlenoxyds, somit also auch fester ist, als das Sauerstoffhämoglobin.

---

[1]) L. Hermann, Arch. f. Anat. und Physiol., 1865, p. 469

Vom gleichen Forscher sind auch die Muskeln auf Stickoxyd untersucht worden. Derselbe verdrängte in einem Gefässe, das Muskeln enthielt, die Luft durch Wasserstoff, leitete dann Stickoxyd ein und sah die Muskeln sehr schnell starr und unerregbar werden.

Er lässt hier die Frage offen, ob dies auf der Bildung von Untersalpetersäure durch unvollkommene Entfernung des Sauerstoffs aus dem Gefässe, oder aus der Entziehung chemisch gebundenen Sauerstoffs durch Stickoxyd beruhe.

Zugleich bemerkt dieser Forscher die praktische Bedeutungslosigkeit dieser Frage, indem sich doch niemals Stickoxydhämoglobin bilden könne, weil das Stickoxyd auf dem Wege durch die Lungen in Untersalpetersäure verwandelt werde.

Einige Versuche, welche am Schlusse von längeren Versuchsreihen von *Luchsinger* gemacht wurden, zeigten wenigstens die Möglichkeit der Bildung von Stickoxydhämoglobin im Wirbelthiere.

Das Stickoxyd wurde durch eine Trachealcanüle in die Lunge eingeblasen, worauf heftige Krämpfe auftraten. Sogleich wurde der Thorax geöffnet und das mit hellrothem Blut gefüllte Herz herausgeschnitten, entleert und das Blut zusammen mit Schwefelammonium im Spektralapparat untersucht. Es zeigten sich dabei jene beiden für Stickoxydhämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen.

Wir machten weitere Versuche mit *Aulastomum gulo*. Ein solches Thier wird in ein kleines Glasgefäss gebracht, das durch ein T-Rohr, sowohl mit einem Wasserstoff-, als auch mit einem Stickoxydgasometer in Verbindung steht. 15 Min. geht ein starker Wasserstoffstrom zur Austreibung der atmosphärischen Luft durch das Gefäss, worauf 10 Min. lang Stickoxyd in dasselbe ge-

elitet wird. Während dieses Gas als Beweis des absoluten Sauerstoffmangels im Versuchsgefässe vollständig farblos bleibt, bildet dasselbe an der Luft sogleich rothe Dämpfe von Untersalpetersäure. In der Wasserstoffatmosphäre fühlte sich das Thier unbehaglich und machte Fluchtversuche. In Stickoxyd bekam dasselbe nach kurzer Zeit sehr erhebliche Krämpfe und verfiel schliesslich in Scheintod.

Diese heftigen Krämpfe dürften wohl, da sie ja im sauerstofffreien Raume auftraten, weniger auf Aetzwirkungen, als auf direkten Wirkungen des Stickoxyds auf die noch sauerstoffführenden Gewebe des Thieres zurückzuführen sein, und damit ähnlich wirken, wie gewöhnliche Erstickung.

Bevor wir das Thier aus dem Stickoxyd nahmen, leiteten wir nochmals 15 Min. lang einen starken Wasserstoffstrom durch, um das Stickoxyd auszutreiben. Der Egel, der nun in frisches Wasser gelegt wurde, war schlaff und lag wie todt auf dem Boden des Gefässes. Ungefähr nach einer halben Stunde fing derselbe an Bewegungsversuche zu machen, bald darauf zeigten sich schwache Schwimmbewegungen. Im Verlaufe von 3 Stunden hatte sich das Thier vollständig erholt. Saug- und Schwimmvermögen waren wieder wie normal. Die Wiederholung des Versuches bestätigte die Richtigkeit des Resultates.

Bei einer *Pieris brassicæ*, welche 15 Min. in den Wasserstoffstrom gelegt wurde, zeigten sich zuerst Erstickungskrämpfe, worauf nach 1 Min. Scheintod eintrat. Nun kommt die Raupe 15 Min. in Stickoxyd, zuletzt wird nochmals 20 Min. lang Wasserstoff durch den Untersuchungsraum geleitet. 5 Min. nach Herausnahme waren

besonders an den unechten Beinen deutliche Reflexe zu bemerken. Eine weitere Erholung trat nicht ein.

Wir vermuthen, dass die Ursache hievon in dem feinen Bau der Tracheen liegt, aus denen man kaum jede Spur von Luft und nachher von Stickoxyd auszutreiben im Stande ist, so dass die Bildung von Untersalpetersäure mit ihren verderblichen Folgen auftritt.

### 3. Kaliumsalze.

Seit *Bernard* und *Grandeau* [1]) werden die Kalisalze fast allgemein zu den Herzgiften gerechnet. Wie erst neulich noch *Luchsinger* [2]) nachwies, verdanken diese ihre Berühmtheit nur der Anwendung sehr grosser Dosen, welche allerdings durch rasche Unterbrechung des Kreislaufes das Herz lähmen. Dieser Forscher beobachtete aber bei vorsichtiger Anwendung dieser Salze zuerst Grosshirnlähmung, hierauf Lähmung der Athmung und der Reflexerregbarkeit und erst zuletzt beobachtete er auch das Schwinden des Herzschlages.

Bezüglich der Evertebraten fanden wir eine ähnliche Wirkung.

Wurde eine *Libellenlarve* in eine Lösung von Kalium chloratum gelegt, so trat nach einiger Zeit Betäubung auf. Das Thier zeigte bei Rückenlage kein Unbehagen.

Hierauf hörte die Athmung auf und zuletzt schwanden die Reflexe.

In dem scheintodten Zustande wurde die Larve in frisches Brunnenwasser gelegt. Reflexe und spontane

---

[1]) Journal de l'Institut 1863, N° 1555.

[2]) B. Luchsinger: Zur allgem. Physiol. d. irrit. Substanzen. Bonn 1879, pag. 18.

Bewegungen kehrten nach einiger Zeit wieder. Weiter ging die Erholung nicht, und das Thier starb nach einiger Zeit.

### 4. Curare.

Die hauptsächlichsten Wirkungen des indianischen Pfeilgiftes an Vertebraten sind durch die Untersuchungen von *Kölliker* [1]) und *Bernard* [2]) festgestellt worden. Nach diesen Forschern bewirkt dieses Gift zunächst Lähmung der Nervenenden der willkürlichen Muskeln, dann derjenigen der glatten. Herz und Darm werden dagegen nur von grossen Gaben gelähmt.

Dies sind die wichtigsten über dieses Gift bis jetzt bei Wirbelthieren allgemein bekannten und anerkannten Thatsachen.

Die Untersuchungen, welche in den letzten Jahren von verschiedener Seite über Curare auch bei Wirbellosen angestellt wurden, führten dagegen zum Theil zu ganz widersprechenden Resultaten.

So wirkt nach den Versuchen von *Steiner* [3]) das Pfeilgift bei einigen Mollusken auf das Centralnervensystem, bei den Medusen vielleicht gar nicht. Nur bei dem Krebse und den Asteriden blieb eine dem Verhalten der Vertebraten analoge Wirkung wahrscheinlich.

*E. Yung* [4]) glaubt, dass Curare bei den Crustaceen ähnlich wirke, wie bei den Wirbelthieren. Er sagt: « Le

---

[1]) Arch. f. pathol. Anat., X., 3; Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, IX., 434.

[2]) Bernard, Comptes rendus, XLIII., 824 (1856); Leçons sur les effets des substances toxiques (Paris 1857), p. 238, 463.

[3]) Steiner, Archiv f. Anat. und Physiol. 1874.

[4]) E. Yung. Comptes rendus, 1879. De l'action des principaux poisons sur les crustacées.

curare agit chez ces animaux dans le même sens que chez les Vertébrés, mais d'une manière beaucoup moins énergique. Son action est très lente; il produit, dans tous les cas, une chêne dans les mouvements, qui peut aller jusqu'à la paralysie complète, si la dose du poison a été très forte. »

Trotzdem neigt *Kruckenberg*[1]) beim Krebse eher für eine centrale Lähmung. Bei Blutegel und Raupe dagegen glaubt er Muskellähmung annehmen zu müssen. Seine Versuche waren mit partieller Ligatur der Raupen angestellt. So richtig dieselben auch sind, so wenig zwingend sind die daraus zu ziehenden Schlüsse.

Auf die hier waltenden Schwierigkeiten wird demnächst *Luchsinger*[2]) in einer an Blutegeln angestellten Versuchsreihe näher eingehen. Für uns musste vor Allem das Vergiftungsbild des ganzen Thieres massgebend sein, und dieses zeigte auch in der That Erscheinungen, welche für eine centrale Lähmung sprechen. Als Beleg für diese Anschauung mögen folgende Versuche gelten.

1) Einer *Pieris brassicæ* wird $^1/_4$ Pravatz einer schwachen Curarelösung in der Mitte des Körpers eingespritzt. Alsbald tritt Unmöglichkeit der Fortbewegung und völlige Betäubung ein. Wird nun in diesem Zustande ein glühendes Glasstäbchen in die Nähe des Kopfes gehalten, so macht der ganze Vordertheil des Thieres reflectorische Abwehrbewegungen. Bringt man den thermischen Reiz in die Nähe der unechten Beine, so ziehen sich dieselben ein.

---

[1]) Dr. Fr. W. Kruckenberg: Vergleichend-physiol. Studien. Heidelberg 1880.

[2]) Vergl. Guillebeau und Luchsinger, *Pflüger*'s Archiv in einem demnächst erscheinenden Aufsatz.

Sprizt man zur Controle einer andern Raupe eine gleiche Quantität Salzwasser (0,7 %) ein, so bleibt dieselbe ohne merkliche Veränderung.

2) Einem männlichen *Lucanus cervus* von mittlerer Grösse wird $^1/_{10}$ Pravatz einer concentrirten Curarelösung vom Abdomen aus in den Mesothorax injicirt. Nach kurzer Zeit erfolgt vollständige Betäubung. Auf den Rücken gelegt, bleibt das Thier ruhig in dieser Stellung.

Auf leichtes Kneifen der Beine zeigen sich deutliche locale Reflexe. Starkes Brennen eines Beines ruft ab und zu allgemeine Reflexe hervor. Namentlich schön werden von den Mandibeln aus Reflexe ausgelöst. Wird der linke Kiefer mit einem glühenden Glasstäbchen leicht gebrannt, so macht das linke Vorderbein Abwischbewegungen. Beim Abschneiden des rechten Mittelbeins zuckt das linke Vorderbein; beim Abschneiden des rechten Vorderbeins zuckt das rechte Hinterbein; nicht anders verhält sich die andere Seite. Wir finden somit auch hier wiederum ein sprechendes Beispiel von gekreuzten Reflexen an trabgehenden Thieren[1]).

Nachdem das Thier eine Stunde in dem Zustande der Betäubung gelegen, wird auf eine weitere Erholung verzichtet. Bei der Oeffnung des Abdomens schlägt das Rückengefäss noch deutlich.

Bei einem andern Hirschkäfer, dem zur Controle ein gleiches Quantum Kochsalzlösung (0,7 %) eingespritzt wurde, zeigte sich keine Veränderung.

Diese Versuche wurden nun namentlich an *Hydrophilus caraboides* und *Dytiscus marginalis* öfter wieder-

---

[1]) Vergl. Luchsinger. Tageblatt d. deutschen Naturforscher zu Baden-Baden 1879; Pflüger's Arch. XXII, XXIII.

holt. Oft hielt die Betäubung der Käfer bis zum andern Tage an, aber auch dann noch konnten die Reflexe hervorgerufen werden.

Nach unsern Beobachtungen würde somit Curare bei Insekten in erster Reihe eine Lähmung des Centralnervensystems, und zwar zuerst seiner höhern Fähigkeiten, hervorrufen. Eine periphere Lähmung war entgegen den Angaben *Kruckenberg's* nicht zu constatiren. [1])

## 5. Coniin.

*Kölliker* [2]) fand, dass das Alkaloid des Schierlings ganz wie Curare die peripherischen Endigungen der motorischen Nerven lähmt. *Damourette* und *Pelvet* [3]) und von *Verigo* [4]) wiesen aber nach, dass zugleich eine centrale Lähmung vorhanden ist, welcher bei grossen Dosen ein Stadium klonischer Krämpfe vorausgeht. Diese Krämpfe treten nun auffallender Weise bei Fröschen nicht auf. Da aber die periphere Lähmung bei diesen Thieren viel rascher eintritt, als beim Warmblüter, so ist es wahrscheinlich, dass dadurch das Auftreten der Krämpfe verhindert wird. Um dies zu entscheiden, wurde folgender Versuch angestellt:

Einer *Rana esculenta* wird die linke Arteria femoralis unterbunden und hierauf 0,025 salzsaures Coniin in die Bauchhöhle gespritzt. Der Frosch sitzt hierauf eine Viertelstunde ruhig, dann tritt allmählig mit Ausnahme des linken Hinterbeins überall periphere Lähmung ein.

---

[1]) Vergl. übrigens eine demnächst erfolgende Mittheil. von *Luchsinger*.

[2]) Arch. f. path. Anat., Bd. X., pag. 235.

[3]) Gaz. méd. de Paris 1870, N° 9—37.

[4]) Deutsche Zeitschrift f. Staatsarzneikunde, XXVIII., 213.

Krämpfe zeigten sich keine. Die Reizung des rechten Nervus ischiadicus durch sehr starke tetanische Ströme ruft keine Zuckung hervor.

Im Verlaufe der nächsten Viertelstunde tritt nun erhöhte Reflexerregbarkeit des linken Hinterbeines auf, welche bis zu dem Grade steigt, wie sie sonst nur bei Strychninvergiftung zu sehen ist. Leises Klopfen des Tisches, auf dem das Thier liegt, leichtes Anblasen oder Berühren ruft die heftigsten Reflexkrämpfe hervor. Später tritt auch Lähmung dieses Beines ein.

Dieser Versuch wurde an fünf Thieren mit gleichem Resultate wiederholt. Er beweist neben einer peripheren Lähmung der Muskelnerven einen centralen Reizzustand.

Es wurde ferner einigen *Hydrophilus caraboides* eine kleine Quantität Coniin hydrochl. injicirt. Nach kurzer Zeit wurden die Thiere betäubt, blieben im Wasser auf dem Rücken liegen, machten aber mit sämmtlichen Beinen wilde, ungeordnete Bewegungen, welche lange Zeit anhielten.

Das Coniin setzt also eine starke Reizung des Centralnervensystems aller Thiere. Beim Frosche kommt dieselbe aber wegen der gleichzeitigen peripheren Lähmung nicht zum Vorschein und sind zu ihrem Nachweise partielle Vergiftungen nöthig.

Beim Käfer aber wirkt das Coniin so wenig, wie das Curare auf die peripheren Nervenenden. Es muss sich hier somit die centrale Reizung ohne Weiteres demonstriren.

## 6. Atropin.

Bei einigen Vertebraten finden wir eine auffallende Immunität gegen das Alkaloid der Belladonna. So können Kaninchen viele Tage lang ohne Nachtheil mit Belladonna-

blättern gefüttert werden[1]). Dass diese Thiere das Gift in sich aufnehmen, beweist der Umstand, dass der Genuss ihres Fleisches zu heftigen Vergiftungserscheinungen führt.

Nach *Wood*[2]) sind auch Tauben in hohem Grade immun. Dasselbe ist von den Schnecken bekannt.

Im Uebrigen wirkt Atropin bei den Wirbelthieren hauptsächlich auf die Grosshirnfunktionen und dann auch auf peripherische Nervenapparate theils erregend, theils lähmend.

*Kruckenberg*[3]) hat das Atropin beim Blutegel untersucht. Er berichtet: „Eine Wirkung des Atropins auf die Muskeln der Wirbelthiere ist nicht nachgewiesen, und um so bemerkenswerther dürften desshalb die Mittheilungen meiner Versuche am Blutegel sein, aus denen sich ergeben wird, dass das Atropin auf die Egelmuskeln ähnlich wie die Stoffe der Alkoholgruppe wirkt.“

„Ein Blutegel wurde am 18. Dezember Nachmittags 3 Uhr 46 Min. in eine einprozentige Lösung von schwefelsaurem Atropin gesetzt und am 19. Dezember Morgens 11 Uhr 4 Min. stark contrahirt, vollkommen steif und die Muskeln desselben elektrisch unerregbar gefunden; trotzdem fehlten Spuren von selbstständiger Bewegung nicht.“

Wir wiederholten diesen Versuch mit *Hirudo officinalis* und *Aulastomum gulo Moq. Tand.*

Wir füllten zwei Reagensgläschen mit einer einprozentigen Atropinlösung und legten in das eine einen medizinischen Blutegel, in das andere ein Aulastomum von gleicher Grösse. Beide Gläschen wurden vollständig mit der Lösung gefüllt und mit einem Kork verschlossen.

---

[1]) Arch. f. Anat. und Physiol. 1869, pag. 522.

[2]) Amer. journ. of. med. sc. 1871, pag. 128.

[3]) Kruckenberg, l. c.

Nach 24 Stunden wurden beide Thiere herausgenommen und auf einen Teller gelegt. Der Unterschied der Wirkung ist auffallend. Hirudo officinalis liegt wie todt da, doch sind seine Muskeln elektrisch und selbst mechanisch sehr gut reizbar. Die Muskeln sind etwas mehr contrahirt als normal, doch nicht so, dass man von einer Muskelsteifigkeit sprechen könnte.

Ganz anders verhält sich Aulastomum. Dieses Thier ist unerheblich alterirt, saugt sich mit beiden Saugnäpfen munter fest und bewegt sich spontan fort. Diese Beobachtung, welche wir öfter machten, zeigt uns wiederum ein Beispiel von Immunität gegen Atropin. Diese Thatsache ist um so bemerkenswerther, als der nahe Verwandte von Aulastomum Hirudo doch in erheblicher Weise von diesem Gifte afficirt wird. Ferner finden wir diese Immunität bei einem Thiere, das sich ausschliesslich von thierischen Säften nährt, während sie bisher hauptsächlich an Pflanzenfressern nachgewiesen wurde. Wie aus diesen Versuchen hervorgeht, stimmen unsere Resultate nicht ganz mit denen *Kruckenbergs* überein. Merkwürdigerweise beobachtete er bei seinem Versuchsthiere, das „stark contrahirt und vollkommen steif“ war, noch „selbstständige Bewegungen“, hingegen keine elektrische Erregbarkeit mehr. Wir konnten allerdings auch eine schwache Wirkung auf die Muskeln constatiren, sind aber der Ansicht, dass das Atropin bei Hirudo officinalis hauptsächlich auf das Nervensystem lähmend einwirkt.